10/677,071
(16869G-088100)

日　本　国　特　許　庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application: ２００３年　３月２６日

出願番号
Application Number: 特願２００３－０８５８７０

[ST.10/C]: [ＪＰ２００３－０８５８７０]

出願人
Applicant(s): 株式会社日立製作所

２００３年　６月１６日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 太田信一郎

出証番号　出証特２００３－３０４６７１１

【書類名】　特許願

【整理番号】　KN1518

【提出日】　平成15年 3月26日

【あて先】　特許庁長官殿

【国際特許分類】　G11B　5/00

【発明者】

【住所又は居所】　神奈川県小田原市国府津２８８０番地　株式会社　日立製作所　ストレージ事業部内

【氏名】　吉田　史

【発明者】

【住所又は居所】　神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社　日立画像情報システム内

【氏名】　伊藤　安幸

【発明者】

【住所又は居所】　神奈川県小田原市国府津２８８０番地　株式会社　日立製作所　ストレージ事業部内

【氏名】　伊藤　清忠

【特許出願人】

【識別番号】　000005108

【氏名又は名称】　株式会社　日立製作所

【代理人】

【識別番号】　100093492

【弁理士】

【氏名又は名称】　鈴木　市郎

【電話番号】　03-3591-8550

【選任した代理人】

【識別番号】　100078134

【弁理士】

【氏名又は名称】　武　顕次郎

【電話番号】　03-3591-8550

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　113584

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【プルーフの要否】　要

【書類名】　　明細書

【発明の名称】　データ記録開始タイミングの補償方法及びこれを用いた磁気ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項１】　記録ヘッドと再生ヘッドとの間にヘッドギャップ間隔を有する磁気ディスク装置におけるデータ記録の開始タイミングをヘッド毎で補償する補償方法であって、

予め決められた特殊パターンを記録し再生してヘッド毎のヘッドギャップ間隔を計測し、

前記計測したヘッド毎のヘッドギャップ間隔に相当する時間差に基づいてデータの記録開始タイミングをヘッド毎に変えて補償する

ことを特徴とするデータ記録開始タイミングの補償方法。

【請求項２】　請求項１において、

トラック番号毎の記録と再生の開始タイミングを補償する時間差を求め、前記トラック番号毎の時間差に基づいてデータの記録開始タイミングをトラック番号毎に変えて補償する

ことを特徴とするデータ記録開始タイミングの補償方法。

【請求項３】　記録ヘッドと再生ヘッドとの間にヘッドギャップ間隔を有する磁気ディスク装置において、

予め決められた特殊パターンを記録し再生してヘッド毎のヘッドギャップ間隔を計測する計測手段と、

前記計測手段で計測したヘッド毎のヘッドギャップ間隔に相当する時間差を格納する記憶手段と、

前記記憶手段から読み出したヘッド毎の時間差に基づいて記録の開始タイミングをヘッド毎に補償するヘッドギャップ補償手段と、を備える

ことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項４】　請求項３において、

前記ヘッドギャップ補償手段は、さらにトラック番号毎に前記記録開始タイミングを補償することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項５】　請求項１又は２において、

前記特殊パターンはデータの先頭を示すＳｙｎｃパターンであることを特徴とするデータ記録開始タイミングの補償方法。

【請求項６】　請求項３又は４において、

前記特殊パターンはデータの先頭を示すＳｙｎｃパターンであることを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明はデータの記録再生を行う磁気ディスク装置に係り、特に記録ヘッドと再生ヘッドを別個に設けた磁気ディスク装置及びデータ記録開始タイミングの補償方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

磁気ディスク上の決められた位置に記録再生の最小単位であるデータセクタを形成し、記録再生を行う磁気ディスク装置において、磁気ディスクを回転させながら磁気ヘッドによりデータの記録再生を行う際に、データセクタは磁気ディスクの同心円状に配置されている。図４は従来技術に関する磁気ディスク装置の一般的な記録再生の態様を説明する図であり、図４に示すように、磁気ディスク１にはあらかじめ回転方向に対し等間隔で半径方向の情報を含むサーボ信号１１が書き込まれており、決められたデータセクタ１２で記録再生を行う場合には、まず磁気ディスク１の半径方向に対して、サーボ信号１１の情報をもとに磁気ヘッド２が取り付けられた回転系支持アーム（図示せず）を動かすことにより位置決めされる。

【０００３】

次に、ディスク回転方向の位置を特定するために、ディスクの物理的位置を認識できる信号、たとえばサーボ信号１１の終わりを基準として、この基準位置からデータセクタの先頭まで（サーボ信号１１間には通常、数個のデータセクタが存する）磁気ディスク１が回転し磁気ヘッド３が移動するまでの待ち時間Ｔの相

当分をクロック等で計数し、記録用のゲート（以下、ライトゲートと称する）または再生用のゲート（以下、リードゲートと称する）をアサートさせる。

【０００４】

ライトゲートがアサートされた場合は、磁気ヘッド３に記録用の記録電流が流れ、磁気ヘッド３によって磁気情報に変換された信号が磁気ディスク１に記録される。またリードゲートがアサートされた場合には、磁気ディスク１上の磁気情報が磁気ヘッド３によって電気情報に再生され、増幅器等の回路を通して記録されていたデータがホストに送られる。

【０００５】

上述のように、ライトゲートやリードゲートをアサートする位置は磁気ディスク上の物理的位置を特定する必要があるが、磁気ディスク上の物理位置を特定するための信号は再生ヘッドから再生されるサーボ信号をもとに決められる。図５には、従来技術における記録ヘッドと再生ヘッドのタイミングずれを示しており、図示するように記録ヘッドと再生ヘッドとを別個に設け、両ヘッドにより記録再生を行う磁気ディスク装置において、記録ヘッド２ｂが再生ヘッド２aに対して、後方に距離Ｌだけ離れて取り付けられているヘッドの場合、サーボ信号１１によって決められた基準位置から待ち時間Ｔの相当分経過した時には、再生ヘッド２ａはデータセクタ１２の先頭位置になっているが、記録ヘッド２ｂはデータセクタ１２のデータセクタ１２の先頭ではなく、前のセクタに位置することになる。したがって、このタイミングでライトゲートをアサートして記録し始めると、前セクタのデータを消してしまうことになる。また、サーボ信号直後に位置するデータセクタを記録する場合にはサーボ信号まで消してしまうことがある。

【０００６】

このような磁気ヘッドで記録する場合には、磁気ディスクの回転にともなって記録ヘッドが記録したいデータセクタの先頭位置まで移動してくるのを待ってライトゲートをアサートし、記録動作を行なわなければならない。この時間差ＴＧは記録ヘッドと再生ヘッドのギャップ間距離Ｌと磁気ディスクと磁気ヘッドの相対速度ｖに依存する。このため、磁気ディスクの回転速度が一定である磁気ディスク装置では、磁気ディスクと磁気ヘッドとの相対速度ｖが磁気ディスクの半径

位置によって異なるため、時間差ＴＧは半径位置に応じて補償する必要があり、この半径位置の相対速度の対策が提案されている（特許文献１を参照）。

【０００７】

また、従来技術として、ヘッド毎に異なるヘッドギャップ間隔Lにより生じる時間差ＴＧを計測し、各々のヘッドにおいて時間差ＴＧを補償しようとする考え方が提案されている（特許文献２を参照）。

【０００８】

【特許文献１】

特開平６－１７６４８６号公報

【０００９】

【特許文献２】

特開平０９－１１５１２４号公報

【００１０】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、一般的に云って、磁気ディスク装置においては、ギャップ間距離Ｌはヘッド個別の値であり、製造上ある程度のばらつきが存在するため、補償すべき時間差ＴＧはヘッド毎に異なる。そして、ギャップ間距離Ｌをヘッド毎に測定することが難しく、ギャップ間距離Ｌに関しては代表値を用い、磁気ディスクと磁気ヘッドとの相対速度ｖによる変化量のみを補償しているため、ヘッド毎に生じる時間差ＴＧのばらつきに関しては、図６の（１）に示すように、データセクタのフォーマットに冗長性を持たせること（図示する領域Ａ，Ｂ，Ｃを付設することであり、その詳細は後述する）で吸収している。ここで、図６は記録ヘッドと再生ヘッドの隔たりであるギャップばらつきを補償しない時のフォーマットを説明する図である。

【００１１】

通常、データセクタのフォーマットには、最低限必要な領域として、記録時と再生時との間に生じる周波数や位相ずれを補正するためのＰｒｅａｍｂｌｅ領域と、データの先頭を示すＳｙｎｃ領域と、記録すべき情報が含まれたＤａｔａ領域がある。しかし、図６に示すフォーマットには時間差ＴＧのばらつきを吸収す

るための領域A，BおよびCが余分に存在する。

【００１２】

領域A，Bは、記録時において時間差ＴＧのばらつきにより前セクタや次セクタを消さないようにするために必要な領域である。上述のようにライトゲートは記録ヘッド２ｂがデータセクタ１２の先頭に位置するときにアサートしなければならない。しかし、磁気ディスク上の物理位置を特定するための信号は再生ヘッド２ａから再生されるサーボ信号であるため、再生ヘッド２ａと磁気ディスク上の位置関係は正確に知ることができるが、記録ヘッド２ｂの位置は時間差ＴＧの設定に頼るしかない。したがって、ヘッド毎に生じるばらつきを補償せず同一の時間差ＴＧで記録動作を行う場合、ヘッドギャップ間隔によらず同じタイミングでライトゲートがアサートされる。この時同一物理アドレスを持つデータセクタ１２をヘッドギャップ間隔Ｌが設計値より大きいヘッドで記録した場合には、図６の（２）に示すように本来あるべき磁気ディスク上の物理的位置より前方にずれた位置に記録されるので前セクタのデータを消してしまう恐れがある。領域Ａはこれを防ぐために必要であり、ヘッドギャップ間隔のばらつきにより前方に記録されてしまう長さ分だけデータセクタの前に記録しない領域を設けなければならない。

【００１３】

同様に、ヘッドギャップ間隔Lが設計値より小さいヘッドで記録した場合には、図６の（３）に示すように、本来の磁気ディスク上の物理的位置より後方にずれた位置に記録されるので、次セクタのデータを消さないよう、ヘッドギャップ間隔のばらつきにより後方に記録されてしまう長さ分だけデータセクタの後ろに記録しない領域Ｂを設けなければならない。

【００１４】

一方、領域Ｃは再生時に必要となる領域である。再生動作は通常リードゲートがアサートされることにより始まり、まず始めに記録時との間に生じた周波数や位相のずれ分をＰＬＬ回路で補正する。この補正はＰｒｅａｍｂｌｅ領域で行われ、一般的にＰｒｅａｍｂｌｅ領域は補正しやすい一定周期パターンが記録されている。その後データの先頭を示すＳｙｎｃパターンをサーチし、Ｓｙｎｃパタ

ーンが見つかった場合はそれ以降のデータをホストに転送する。

【００１５】

磁気ディスク上における再生ヘッド２ａの物理的位置は知ることができるので、リードゲートをアサートするタイミングは、データセクタ１２の先頭位置で正確にアサートできるが、上述のように記録時においてヘッドギャップ間隔のばらつきによってデータが記録される物理的位置が前後してしまうため、再生される信号はヘッドギャップ間隔のばらつきにより異なったタイミングで再生されることになる。この時リードゲートがアサートされるタイミングが位相ずれ等をＰＬＬ回路で補正するために必要なＰｒｅａｍｂｌｅ領域を確保できないと、位相ずれが十分に補正できずその後のＳｙｎｃやデータが正確に再生できなくなるため、リードゲートをアサートするタイミングはデータが最も前方に記録されるヘッドギャップ間隔が大きいヘッドにあわせることになる。

【００１６】

しかし、このタイミングでリードゲートをアサートすると、ヘッドギャップ間隔が小さいヘッドの場合はデータが後方にずれて記録されているため、リードゲートアサート後に一定時間無信号の状態が続くことになる。リードゲートアサート後はＰＬＬ回路により位相ずれ等を補正するが、ＰＬＬ回路動作中に無信号状態が続くとＰＬＬ回路の動作が不安定になり以降の補正ができなくなる恐れがあるため、領域Cの分だけＰｒｅａｍｂｌｅ領域と同じ信号を記録しなければならない。

【００１７】

これらの余分な領域があることにより、図６に示すフォーマットでは磁気ディスク上でデータとして有効に使える部分が減り、すなわちフォーマット効率が低下し、磁気ディスク装置全体の容量を確保するために記録密度を上げなければならない。

【００１８】

上述した特許文献１では、記録ヘッドと再生ヘッドのギャップ間距離Ｌに相当する時間差ＴＧについて、磁気ディスクの半径位置に応じた補償を行ってはいるが、ヘッド毎のギャップ間距離Ｌの差を補償することについては配慮されていな

い。

【００１９】

また、上述した特許文献２にはヘッド毎のギャップ間距離Ｌの差に着目して補償して上述した余分な領域（領域Ａ，Ｂ，Ｃ）をなくしフォーマット効率を上げようとする考え方は一応示されているが、時間差ＴＧを計測する方法として、記録用のゲートがアサートされてから記録アンプが記録電流を流すまでの遅延によって生じる記録できない領域（スプライス）を利用している。しかし、この計測方法におけるスプライスは記録アンプの特性に依存するところが大きく、またスプライスの長さ等が状況によって変化するため、スプライス位置を検出するのは非常に難しい。

【００２０】

本発明の目的は、記録ヘッドと再生ヘッドのヘッドギャップ間隔のばらつきにより生じる時間差ＴＧのばらつきを精度良く計測し、磁気ディスクへデータを記録するときのライトゲートのタイミングをヘッド毎に補償して、ヘッドギャップ間隔のばらつきによらず所望の物理位置にデータを記録することによって、フォーマット効率を向上し、大容量記録が可能な磁気ディスク装置を提供することにある。

【００２１】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明は主として次のような構成を採用する。

記録ヘッドと再生ヘッドとの間にヘッドギャップ間隔を有する磁気ディスク装置におけるデータ記録の開始タイミングをヘッド毎で補償する補償方法であって、

予め決められた特殊パターンを記録し再生してヘッド毎のヘッドギャップ間隔を計測し、

前記計測したヘッド毎のヘッドギャップ間隔に相当する時間差に基づいてデータの記録開始タイミングをヘッド毎に変えて補償する構成とする。

【００２２】

また、記録ヘッドと再生ヘッドとの間にヘッドギャップ間隔を有する磁気ディ

スク装置において、

予め決められた特殊パターンを記録し再生してヘッド毎のヘッドギャップ間隔を計測する計測手段と、

前記計測手段で計測したヘッド毎のヘッドギャップ間隔に相当する時間差を格納する記憶手段と、

前記記憶手段から読み出したヘッド毎の時間差に基づいて記録の開始タイミングをヘッド毎に補償するヘッドギャップ補償手段と、を備える構成とする。

【００２３】

このような構成を採用することによって、本発明はヘッドギャップ間隔のばらつきにより生じる時間差のばらつきを精度良く計測し、磁気ディスクへデータを記録するときのライトゲートのタイミングをヘッド毎に補償することができる。

【００２４】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態に係るデータ記録開始タイミングの補償方法及びこれを用いた磁気ディスク装置について、図１、図２及び図３を参照しながら以下詳細に説明する。図１は本発明の実施形態に係る磁気ディスク装置の全体構成とその機能を説明する図であり、図２は本実施形態に係る記録ヘッドと再生ヘッドのタイミングずれを補償する機能を説明する図であり、図３は本実施形態に係る記録ヘッドと再生ヘッドのヘッドギャップ間隔がノミナルの場合、大きい場合、小さい場合における記録開始タイミングの態様を示す図である。

【００２５】

図１において、本発明の実施形態に係る磁気ディスク装置は、磁気ディスク１にデータを記録するための記録ヘッド２ｂと、データを変調して記録ヘッド２ｂに記録電流を流すための記録回路２２と、磁気ディスク１からデータを再生するための再生ヘッド２ａと、再生ヘッド２ａから再生された再生信号を増幅して復調するための再生回路２１と、データの記録再生のタイミングを決めるリードゲートおよびライトゲートを生成するためのゲート生成回路２３と、ヘッドギャップ間隔によって生じる記録と再生における時間差ＴＧを補償するギャップ補償回路２４と、ヘッドギャップ間隔を測定するための記録パターンを生成するパター

ン生成回路２５と、記録パターンを再生した信号をもとにヘッドギャップ間隔を計測するギャップ計測回路２６と、ホストから送られてくる記録再生の命令をコントロールするコントローラ２７と、ヘッドギャップ間隔により生じる時間差ＴＧ等を保存しておくメモリ２８と、を備える。

【００２６】

磁気ディスク１はスピンドルモータ（図示せず）に取り付けられ、ディスクを回転させることで、データ記録再生の最小単位であるデータセクタ１２が同心円状に配置される。再生ヘッド２ａおよび記録ヘッド２ｂは磁気ディスク１の回転方向に距離Lだけ離れてスライダ３に取り付けられており、回転系の支持アーム（図示せず）により磁気ディスク１の目的半径位置（以下、トラックと称する）に移動する。ヘッドを半径方向に位置決めするためのサーボ信号１１は等間隔に記録されており、記録再生の最小単位であるデータセクタ１２はサーボ信号間に例えば３～５個程度配置されている。

【００２７】

ゲート生成回路２３は記録再生を行うために必要なゲート（ライトゲートとリードゲート）を生成する回路である。コントローラ２７から記録再生の切替信号を受け、記録時にはライトゲートを記録回蕗２２へ送り、再生時にはリードゲートを再生回路２１に送る。磁気ディスク１の回転方向に対し正確な位置でゲートをアサートするために必要な情報としてサーボ信号１１を使用する。サーボ信号１１はあらかじめサーボライタなどで磁気ディスク１上に記録されているため、磁気ディスク１の物理的位置を特定することができる。また、直前のサーボ信号１１を基準として、その基準位置からデータセクタの先頭まで磁気ディスク１上を再生ヘッド２ａまたは記録ヘッド２ｂが移動する時間をセクタ位置情報（以下、フォーマット情報と称する）としてメモリ２８に入れておく（記録ヘッドの移動時間については後述する）。

【００２８】

実際の記録再生動作時には、再生ヘッド２ａによって再生されたサーボ信号１１は再生回路２１に送られる。サーボ信号１１にはサーボ情報のスタート位置を示すアドレスマーク信号が記録されているため、再生回路２１ではアドレスマー

ク信号の検索を行いサーボ信号１１の復調を行う。このときアドレスマーク信号の検出タイミングより、サーボ信号１１が終わるタイミングを決め、この終了タイミングを示す信号をサーボ信号１１の領域を示す基準値号としてゲート生成回路２３へ送る。ゲート生成回路２３は、フォーマット情報として得られる直前のサーボ信号１１からデータセクタの先頭位置まで再生ヘッド２ａまたは記録ヘッド２ｂが移動する時間をメモリ２８から読み込み、再生回路２１から送られる基準位置信号から読み込んだ時間をクロックで計数して、ゲートをアサートさせる。

【００２９】

このとき、図１に示すような記録ヘッド２ｂが再生ヘッド２ａより遅れる場合、直前のサーボ信号１１（例えば、前述した基準位置信号）からデータセクタの先頭まで再生ヘッド２ａが移動する時間と、記録ヘッド２ｂが移動する時間が異なる。このためライトゲートをアサートするタイミングはリードゲートをアサートするタイミングよりヘッドギャップ間隔に相当する時間ＴＧの分だけ遅れている必要がある。このヘッドギャップ間隔に相当する時間差ＴＧを見込んだ記録用のフォーマット情報と時間差ＴＧを見込まない再生用のフォーマット情報をメモリ２８内に持っておけば、ヘッドギャップ間隔による時間差ＴＧをゲート生成回路２３だけで補償することが可能であるが、本実施形態では専用のギャップ補償回路２４を設けることを特徴の１つとするものである。

【００３０】

ギャップ報償回路２４では、再生回路２１で作り出すサーボ信号１１の領域を示す基準位置信号Ａを受け、記録時だけヘッドギャップ間隔に相当する時間ＴＧの分だけ基準位置信号Ａを遅延させて、ゲート生成回路２３に送る。これにより記録時においてゲート生成回路２３が受ける基準位置信号Ｂは、記録ヘッド２ｂと磁気ディスク１との位置関係を示す信号に見えるため、ゲート生成回路２３はリードゲートと同様のタイミングでライトゲートを操作できる。また、ヘッドギャップ間隔によって生じる時間差ＴＧはヘッドおよびトラック毎に異なるため、ギャップ補償回路２４では、当該動作が記録か再生かを認識するための切替信号とヘッド番号、トラック番号などの情報をコントローラ２６より受けとるように

しておく。ここで、ギャップ補償回路２４から出力される基準位置信号Ｂは、記録時にはヘッドギャップ間隔の時間差ＴＧの分だけ遅延させた出力信号であり、再生時にはこの時間差ＴＧの分を加味しない出力信号であり、これらの出力信号はコントローラ２７からの切替信号で切り替えられる。

【００３１】

メモリ２８にはヘッド毎およびトラック毎の時間差ＴＧを保存しておき、コントローラ２６から得られるヘッド番号とトラック番号の情報に基づいて補償するための時間差ＴＧをメモリ２８から読み出せば、ヘッド毎およびトラック毎の補正が可能となる。また、これらのヘッドおよびトラック毎に異なる時間差ＴＧをメモリに保存すると非常に大きな容量のメモリが必要であるが、一定の回転速度で回転する磁気ディスク装置では、次の数１より代表的なトラック位置Ｒ１での時間差ＴＧ１から、トラック位置Ｒでの必要な時間差ＴＧを求めることが可能であるため、メモリ２８にはヘッド毎の代表的な時間差だけ保存しておけば良い。

【００３２】

ＴＧ＝ＴＧ１×Ｒ１／Ｒ　（数１）

次に、パターン生成回路２５およびギャップ計測回路２６を用いて、ヘッド毎に異なる時間差ＴＧを測定する方法について図２を用いて説明する。はじめに、時間差ＴＧを測定するためのデータパターンを適当なトラック位置に記録する。記録方法は上述のデータセクタ記録と同様の方法で行う。このとき、ゲート生成回蕗２３がメモリ２８から読み取る基準位置信号からゲート操作を行うまでの時間をＴ１とし、ギャップ補償回路２４がメモリ２８から読み取る時間差ＴＧはＴＧ２とする。このＴＧ２はデータパターンを記録したときにサーボ情報１１を消してしまわないよう十分大きな値としておく必要がある。ゲート生成回路２３によって生成されたライトゲートは記録回路２２、パターン生成回路２５に送られ、ライトゲートがアサートされた時にパターン生成回蕗２５より記録回路２２へデータパターンが送られ、記録ヘッド２ｂを経て、磁気ディスク１上にデータが記録される。、

パターン生成回路２５ではヘッドギャップ間隔を測定するための記録パターンを生成する。図２に示すように生成される記録パターンには、記録時と再生時と

の時間的なずれを検出するために、記録パターン中に唯一出現する特殊パターンＢを含み、その前後のパターンＡおよびＣにはパターンＢと同一の記録パターンを含まないようにする。パターンＡおよびＣは必ずしも必要ではないが、通常は記録されたパターンを正確に再生するために記録時と再生時との間に生じる周波数や位相ずれを補正するためのＰｒｅａｍｂｌｅパターンが必要であるため、パターンＡはＰｒｅａｍｂｌｅパターンとすることが望ましい。また、パターンＣを記録しない場合は、再生時にこの部分の再生パターンが不定となり、パターンＢを誤検出する可能性が生じるため、パターンＢとは異なるパターンを記録するのが望ましい。

【００３３】

図２に示す記録パターンは、通常のデータライト時に用いられる記録パターンのＰｒｅａｍｂＩｅ部をパターンＡ、Ｓｙｎｃ部をパターンＢ、データ部をパターンＣとみなすことができるため、パターン生成回路２５を別に設けずに通常のデータパターン生成回路を用いても良い。

【００３４】

以上のように、図２を参照して、ヘッドギャップ間隔Ｌによって生じる時間差ＴＧ１を測定するためのデータパターンは、例えば、ヘッドギャップ間隔の標準的な長さＬに相当する時間差ＴＧ２を遅延させた基準位置信号Ｂから、磁気ヘッドがデータセクタの先頭に達するまでに要する時間Ｔ１を更に遅らせた時点から、パターンＡ、パターンＢおよびパターンＣを記録するものである。ここで、パターンＢは他の記録パターンとは区別し得る特殊パターンであり、図６の（１）に示すＳｙｎｃパターンを利用しても良いものである。

【００３５】

次に、記録されたデータパターンの再生を行う。このときギャップ補償回路２４における基準位置信号の遅延はなく、ゲート生成回路２３は記録時と同様に基準位置信号ＢからＴ１後にリードゲートをアサートして再生を行う。このとき再生された波形からギャップ測定回路２６においてヘッドギャップ間隔の測定を行う。ギャップ測定回路２６では再生パターン中にパターンＢが存在するか否かをチェックする。但し、ギャップ測定回路２６ではこのパターンチェックを行う期

間を制限するＷｉｎｄｏｗを持ち、このＷｉｎｄｏｗ内にパターンＢが存在する場合のみ再生パターン中にパターンＢが存在したと判定させる。このＷｉｎｄｏｗの幅をパターンＢの幅と同じにしておけば、図２に示すように、再生時のパターンＢの位置とＷｉｎｄｏｗの位置が一致したときのみギャップ測定回路２６はパターンＢが存在すると認識できる。この時のリードゲートがアサートしてからＷｉｎｄｏｗまでの遅延時間Ｔ２を計測する。

【００３６】

換言すると、図２を参照して、パターンＢ検出用Ｗｉｎｄｏｗにおいて、例えば、オンする期間はパターンＢの期間と一致させ、そのオンするタイミング、即ち、Ｗｉｎｄｏｗ遅延期間Ｔ２を適宜に加減して、特殊パターンであるパターンＢが、Ｗｉｎｄｏｗ内で再生されたパターンと一致するかをギャップ測定回路で検出する。このパターンが一致したときの再生出力を得たときのＷｉｎｄｏｗ遅延期間Ｔ２を、本来のＷｉｎｄｏｗ遅延期間Ｔ２として採用する。この結果、パターンＡを記録するのに要する時間をＴＡとすると、図２に示す位置関係から、測定トラック位置におけるヘッドギャップ間隔によって生じる時間差ＴＧ１が次の数２によって算出できる。

【００３７】

ＴＧ１＝ＴＧ２＋Ｔ１＋ＴＡ（パターンＡの長さ）－Ｔ１－Ｔ２　（数２）

ここで、（ＴＧ２＋Ｔ１＋ＴＡ）は、記録ヘッドによって基準位置信号Ａからパターンの記録始端まで記録するのに要した時間であり、Ｔ１は再生時に基準位置信号Ａからデータセクタの先頭に達するまでに要した時間であり（再生時であるので図１に示す基準位置信号ＡとＢのタイミングは一致する）、Ｔ２は計測時間であってパターンＡの長さＴＡに相当する時間である。そして、（Ｔ１＋Ｔ２）は、再生ヘッドによって基準位置信号Ａからパターンの記録始端まで再生するのに要した時間である。

【００３８】

また、実際のヘッドギャップ間隔Ｌは、測定トラックでのヘッド移動速度をｖとすると次の数３で示す式で表される。

【００３９】

Ｌ＝ＴＧ１×ｖ　（数３）

ヘッドギャップ間隔によって生じる時間差ＴＧをトラック毎にメモリ２８に持たせる場合には、全トラック分測定してもよいが、前述の数１によって全トラック分の時間差は計算でき、これらの結果を必要に応じてメモリ２８に保存することもできる。

【００４０】

上述した方法で計測された時間差ＴＧ１をもとに、ギャップ補償回路２４によりヘッドギャップ間隔によって生じる時間差を補償してデータを記録した時のフォーマットを図３に示す。ヘッドギャップ間隔がノミナルのヘッドＡにおいて計測されたヘッドギャップ間隔に相当する時間差ＴＧ１を時間差ＴＧＡとする。この値をメモリ２８に記憶しておくことにより、ギャップ補償回路２４においてデータ記録時のみ、基準位置信号Ａをこの時間差ＴＧＡの分だけ遅らせる。この結果、図３の（１）に示すようにライトゲートがアサートされるタイミングはリードゲートがアサートされるタイミングより時間差ＴＧＡの分だけ遅れることにより、リードゲートがアサートされるタイミングはデータセクタの先頭と一致する。

【００４１】

一方、図３の（２）を参照して、ヘッドギャップ間隔が大きいヘッドでは、図２中に示される磁気ディスク上の信号が前方にずれて記録されるため、パターンＢが検出される時間Ｔ２が短くなる。この結果、計測されるヘッドギャップ間隔に相当する時間差ＴＧ１は上記時間差ＴＧＡより長くなる。この時間差をＴＧＢとすると、リードゲートをアサートするタイミングがノミナルヘッドギャップ間隔のヘッドＡと同じタイミングでも、ライトゲートがアサートされるまでの時間差ＴＧＢが長くなるため、リードゲートとデータの先頭位置とが一致する。また、前のデータを消してしまうこともない。

【００４２】

同様に、図３の（３）を参照して、ヘッドギャップ間隔が小さいヘッドでは、図２中に示される磁気ディスク上の信号が後方にずれて記録されるため、パターンＢが検出される時間Ｔ２が長くなる。この結果、計測されるヘッドギャップ間

隔に相当する時間差ＴＧ１は上記時間差ＴＧＡより短くなる。この時間差をＴＧＣとすると、リードゲートをアサートするタイミングがノミナルヘッドギャップ間隔のヘッドＡと同じタイミングでも、ライトゲートがアサートされるまでの時間差ＴＧＣが短くなるため、リードゲートとデータの先頭位置とが一致する。また、後のデータを消してしまうこともない。

【００４３】

このように各々のヘッドにおいてヘッドギャップ間隔に相当する時間差ＴＧ１を計測し、計測された時間に応じてライトゲートをアサートするタイミングをＴＧＡ，ＴＧＢ，ＴＧＣのように補償することにより、同一物理アドレスを持つデータセクタ１２をそれぞれのヘッドで記録したときに、磁気ディスク１上における物理的位置がヘッドのギャップ間隔のばらつきによらず一致する。この結果、図６に示す無駄な領域Ａ，Ｂ，Ｃが削除できて、フォーマット効率を向上することができる。

【００４４】

以上説明したように、本発明の実施形態に係る磁気ディスク装置の特徴は、次のような構成と機能乃至作用を奏するものである。即ち、磁気ディスク上の決められた位置に記録再生の最小単位であるデータセクタを形成し、記録ヘッドと再生ヘッドとを別個に設けて記録再生を行う磁気ディスク装置において、磁気ディスクへデータを記録するときに、記録開始のタイミングをヘッド毎に調整できる補償回路を備えることにより、記録ヘッドと再生ヘッド間のヘッドギャップ間隔により生じる時間差ＴＧをヘッド毎に補償する。これにより、ヘッドギャップ間隔のばらつきによらず所望の物理位置にデータを記録することが可能となり、フォーマット効率が向上する。

【００４５】

また、本実施形態に係る磁気ディスク装置は、補償回路によって補償されるべきヘッド毎の適正時間差ＴＧの測定について、あらかじめ決められた特殊パターンが一度だけ出現する記録パターンを磁気ディスク上で記録し、そのパターンを再生したときに、再生されたパターン中における特殊パターンの位置と再生開始タイミングとのずれに基づいてヘッドギャップ間隔を計測するギャップ計測回路

を備える構成である。

【００４６】

【発明の効果】

本発明によれば、記録ヘッドと再生ヘッドとを別個に設けたことにより生じる磁気ディスク回転方向のヘッドギャップ間隔を測定することができ、ヘッドギャップ間隔に起因する記録／再生時の時間差をヘッド毎に補償することで、フォーマット効率が向上し、大容量記録が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】

本発明の実施形態に係る磁気ディスク装置の全体構成とその機能を説明する図である。

【図２】

本実施形態に係る記録ヘッドと再生ヘッドのタイミングずれを補償する機能を説明する図である。

【図３】

図３は本実施形態に係る記録ヘッドと再生ヘッドのヘッドギャップ間隔がノミナルの場合、大きい場合、小さい場合における記録開始タイミングの態様を示す図である。

【図４】

従来技術に関する磁気ディスク装置の一般的な記録再生の態様を説明する図である。

【図５】

従来技術における記録ヘッドと再生ヘッドのタイミングずれを説明する図である。

【図６】

従来技術におけるギャップばらつきを補償しない時のフォーマットを説明する図である。

【符号の説明】

１　磁気ディスク

２　磁気ヘッド

２ａ　再生ヘッド

２ｂ　記録ヘッド

３　スライダ

１１　サーボ信号

１２　データセクタ

２１　再生回路

２２　記録回路

２３　ゲート生成回路

２４　ギャップ補償回路

２５　パターン生成回路

２６　ギャップ計測回路

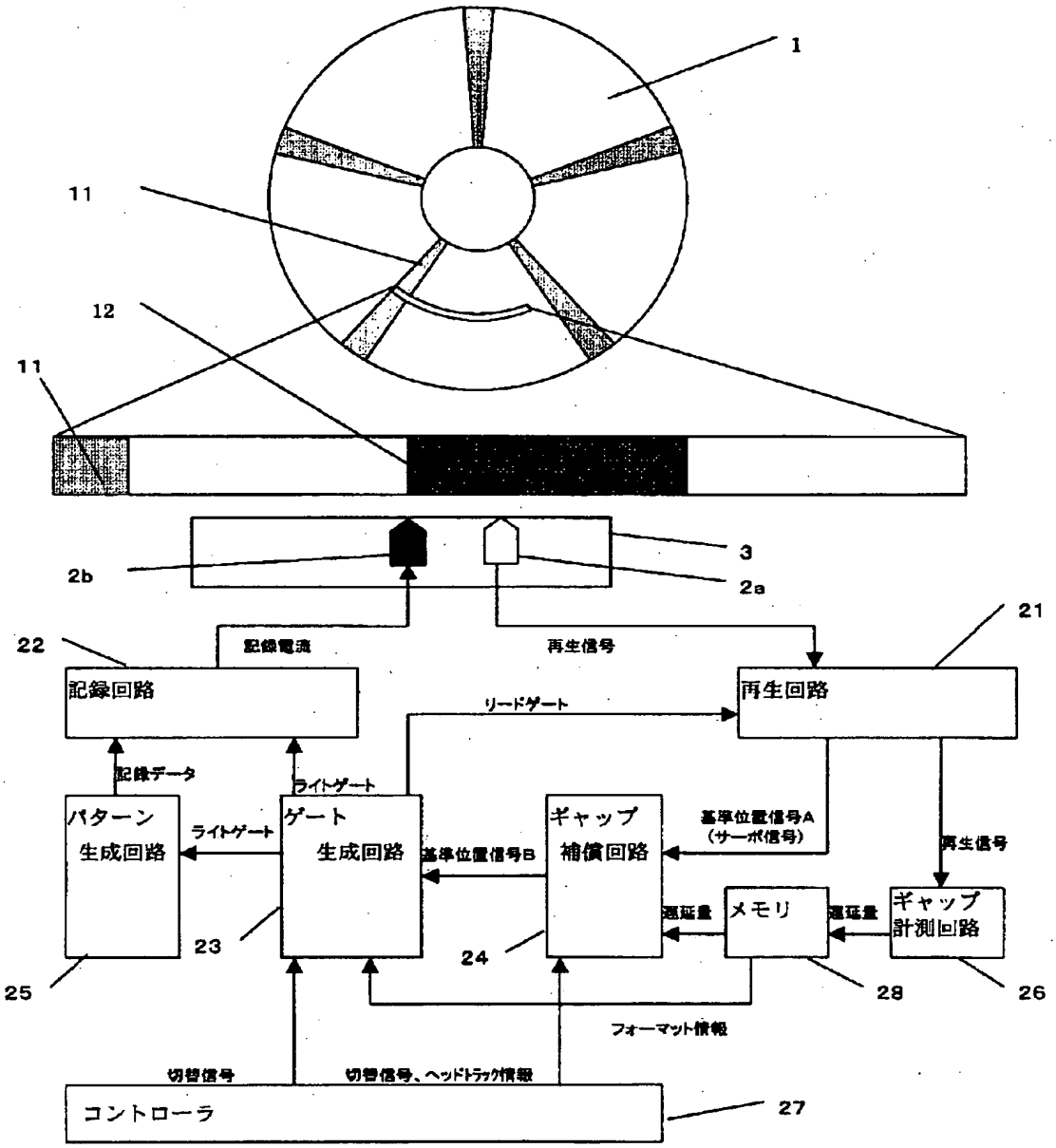
２７　コントローラ

２８　メモリ

【書類名】　　図面

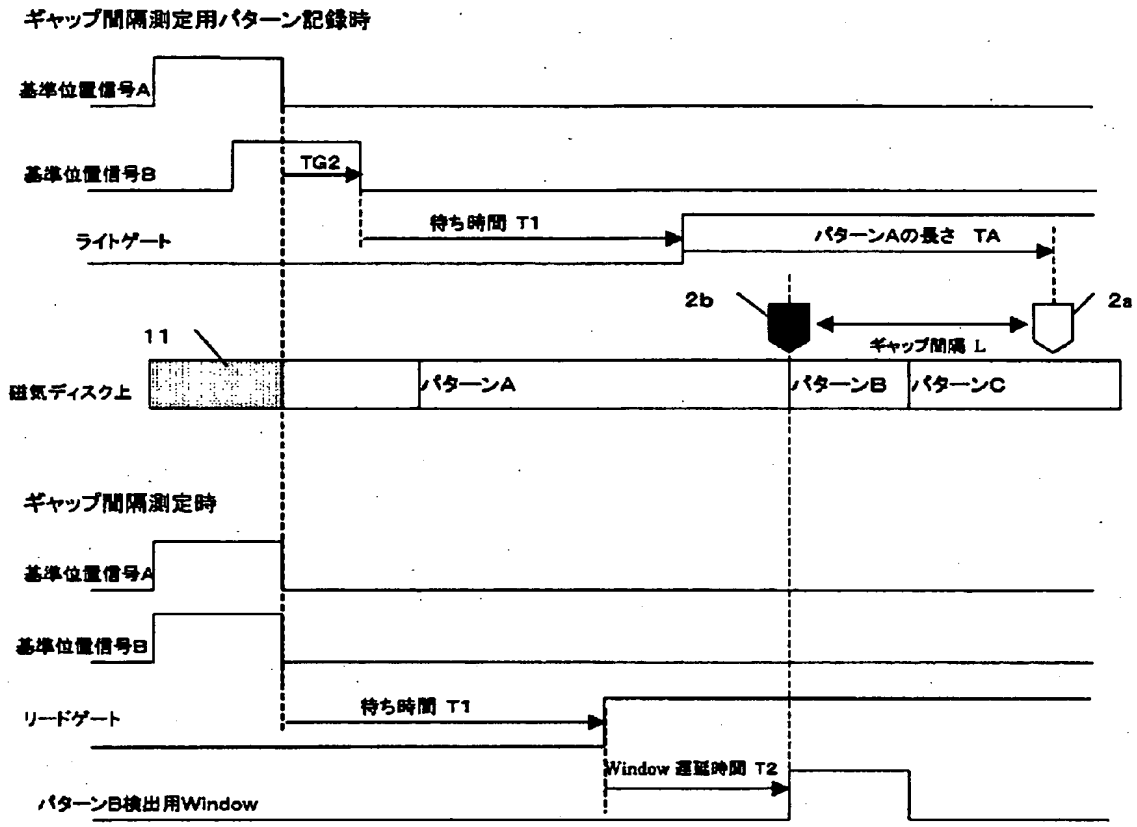
【図１】

図１


1
11
12
11
3
2b
2a
21
22
記録電流
再生信号
記録回路
再生回路
リードゲート
記録データ
ライトゲート
パターン
生成回路
ライトゲート
ゲート
生成回路
基準位置信号B
ギャップ
補償回路
基準位置信号A
(サーボ信号)
再生信号
遅延量
メモリ
遅延量
ギャップ
計測回路
23
24
25
28
26
フォーマット情報
切替信号
切替信号、ヘッドトラック情報
コントローラ
27

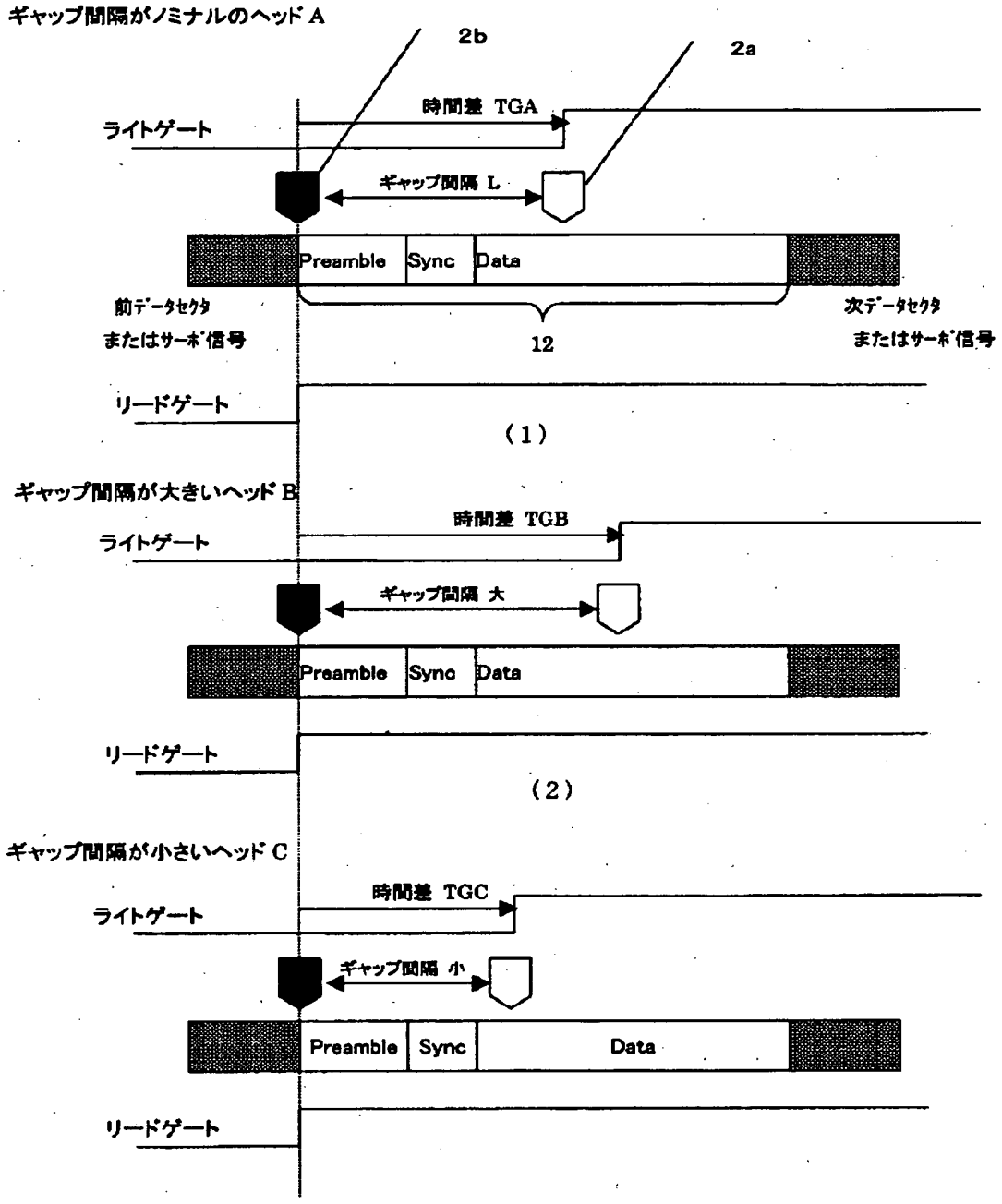
【図２】

図２


ギャップ間隔測定用パターン記録時
基準位置信号A
基準位置信号B
TG2
ライトゲート
待ち時間 T1
パターンAの長さ TA
2b
2a
ギャップ間隔 L
11
磁気ディスク上
パターンA
パターンB
パターンC
ギャップ間隔測定時
基準位置信号A
基準位置信号B
リードゲート
待ち時間 T1
Window 遅延時間 T2
パターンB検出用Window

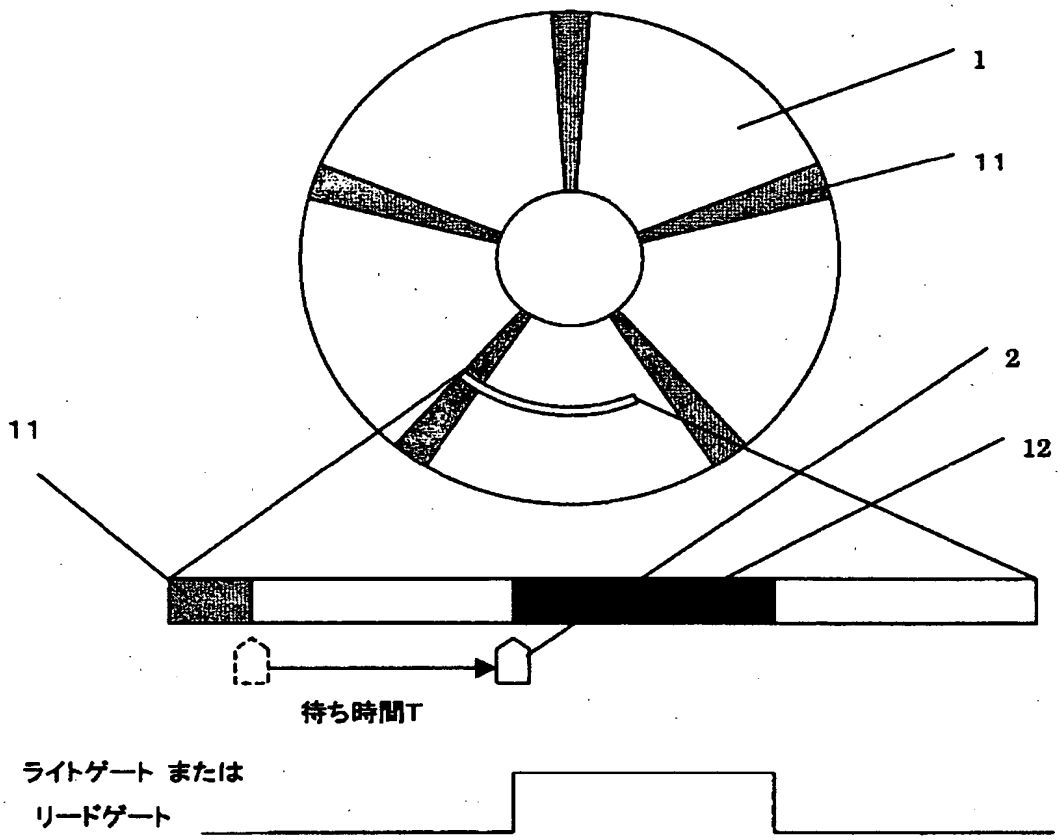
【図３】

図３


ギャップ間隔がノミナルのヘッドA
2b
2a
時間差 TGA
ライトゲート
ギャップ間隔 L
Preamble
Sync
Data
前データセクタ
またはサーボ信号
次データセクタ
またはサーボ信号
12
リードゲート
(1)
ギャップ間隔が大きいヘッドB
時間差 TGB
ライトゲート
ギャップ間隔 大
Preamble
Sync
Data
リードゲート
(2)
ギャップ間隔が小さいヘッドC
時間差 TGC
ライトゲート
ギャップ間隔 小
Preamble
Sync
Data
リードゲート
(3)

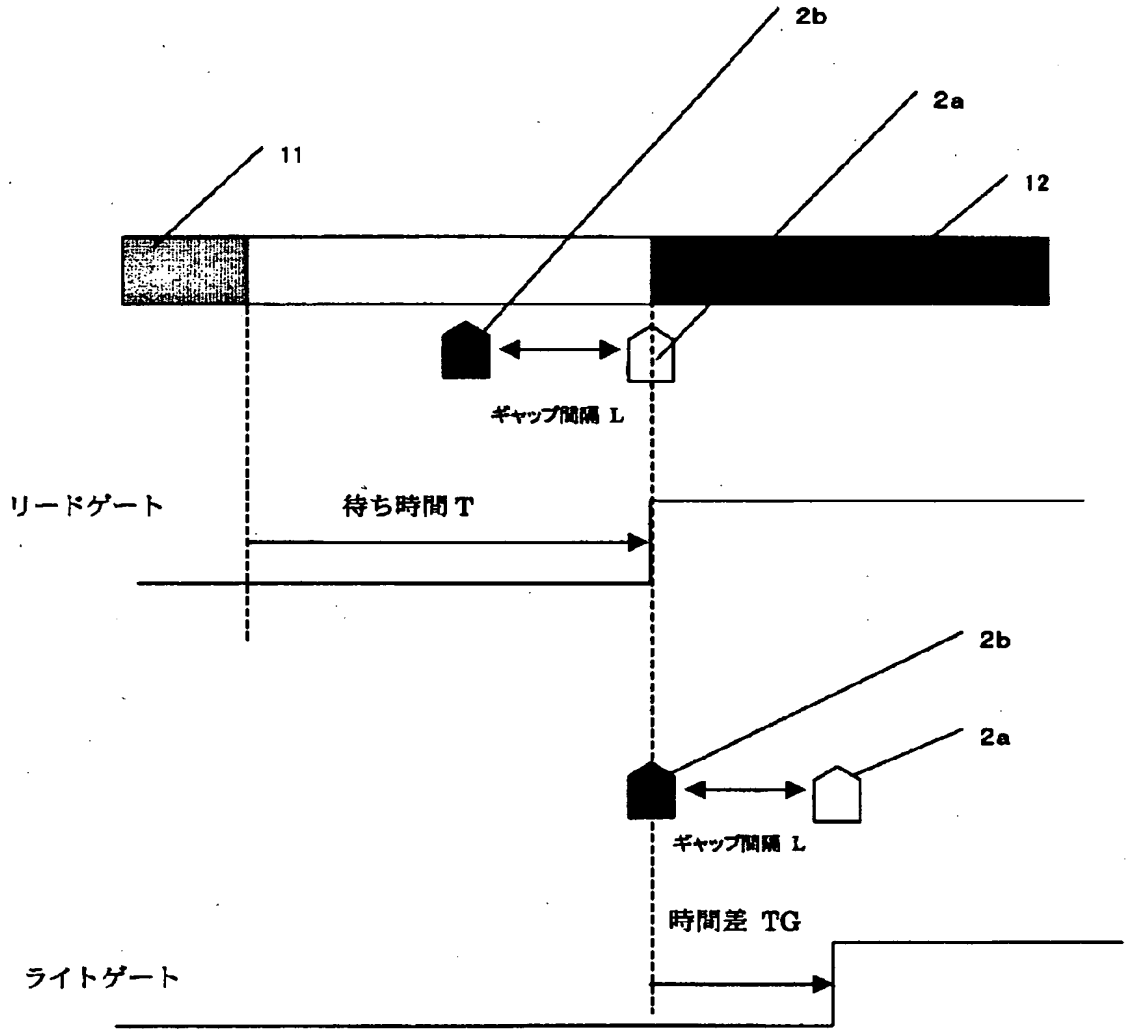
【図４】

図４



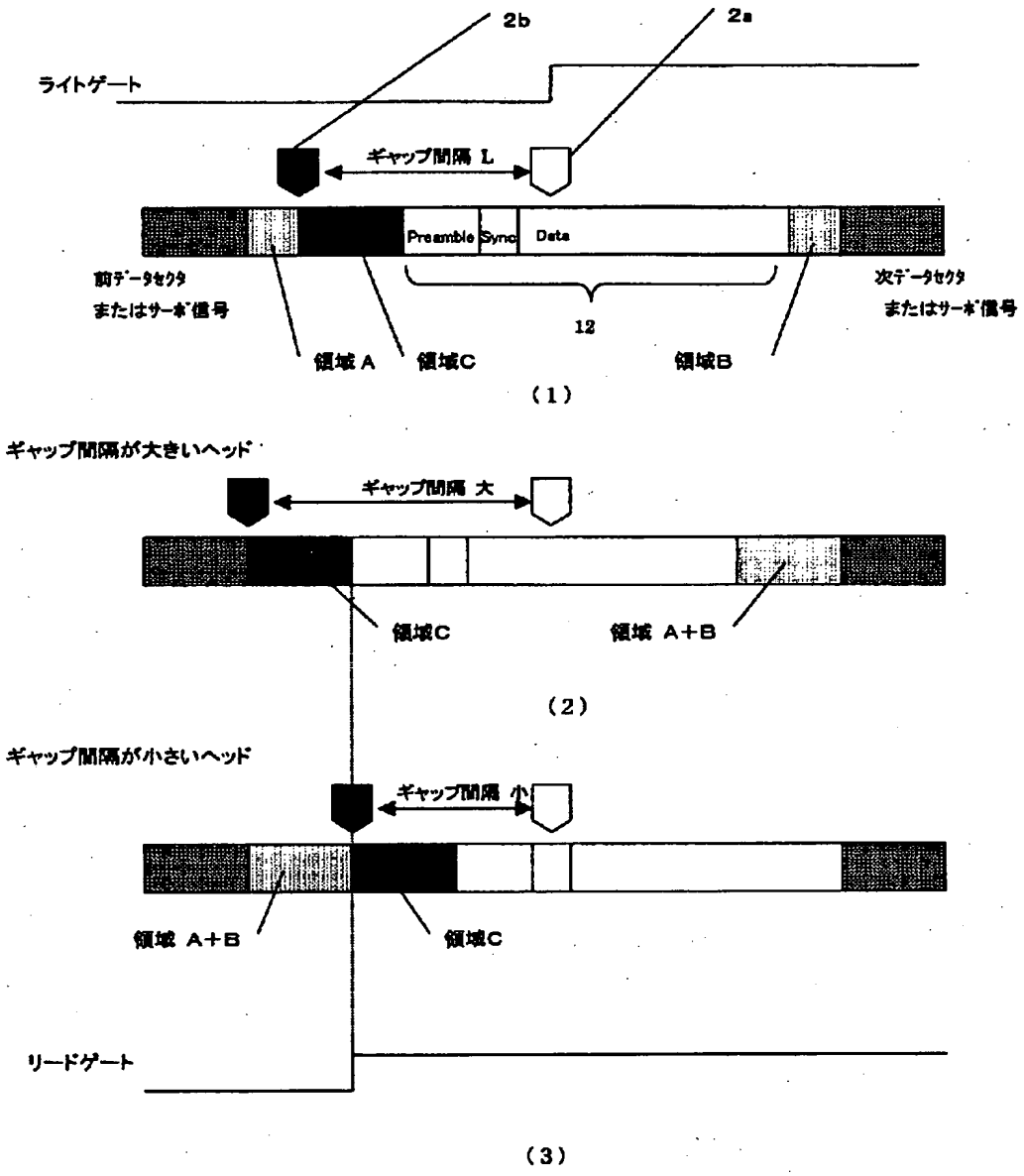
【図５】

図５



【図６】

図６


2b
2a
ライトゲート
ギャップ間隔 L
Preamble
Sync
Data
前データセクタ
またはサーボ信号
次データセクタ
またはサーボ信号
12
領域 A
領域C
領域B
(1)
ギャップ間隔が大きいヘッド
ギャップ間隔 大
領域C
領域 A+B
(2)
ギャップ間隔が小さいヘッド
ギャップ間隔 小
領域 A+B
領域C
リードゲート
(3)

【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】　記録ヘッドと再生ヘッドのヘッドギャップ間隔に起因する記録／再生時の時間差をヘッド毎に補償すること。

【解決手段】　記録ヘッドと再生ヘッドとのヘッドギャップ間隔を有する磁気ディスク装置におけるデータ記録の開始タイミングをヘッド毎で補償する補償方法であって、予め決められた特殊パターンを記録し再生してヘッド毎のヘッドギャップ間隔を計測し、計測したヘッド毎のヘッドギャップ間隔に相当する時間差に基づいてデータの記録開始タイミングをヘッド毎に変えて補償すること。これによって、ヘッドギャップ間隔のばらつきにより生じる時間差のばらつきを精度良く計測し、磁気ディスクへデータを記録するときのライトゲートのタイミングをヘッド毎に補償して、ヘッドギャップ間隔のばらつきによらず所望の物理位置にデータを記録でき、フォーマット効率を向上し、大容量記録を可能とする。

【選択図】　　図１

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　〔０００００５１０８〕

１．変更年月日　　１９９０年　８月３１日
［変更理由］　新規登録
住　所　東京都千代田区神田駿河台４丁目６番地
氏　名　株式会社日立製作所